

**РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА  
МИНИСТЕРСТВО  
ЗА ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА**

**ЗАВРШЕН ИЗВЕШТАЈ  
ЗА НАУЧНОИСТРАЖУВАЧКИ ПРОЕКТ  
Образец ОБ-3**

**ШИФРА НА ПРОЕКТОТ:**

**НАСЛОВ НА ПРОЕКТОТ:** Влијанието на активностите поврзани со рударството врз концентрацијата на тешките метали во водата, седиментите, почвите и растенијата во Република Македонија

**ГЛАВЕН ИСТРАЖУВАЧ:** д-р Тодор Серафимовски, ред. професор

**ИНСТИТУЦИЈА:** Факултет за природни и технички науки, Штип

**ТРАЕЊЕ НА ПРОЕКТОТ:**

**од: 01. 01. 2007**

**до: 31. 12. 2008**

**БРОЈ НА ДОГОВОР:** 14-2420/1  
04. 10. 2007

**ИЗВЕШТАЈНА ГОДИНА:** 2008

**ДАТУМ НА ПОДНЕСУВАЊЕ НА ИЗВЕШТАЈОТ:** \_\_\_\_\_

---

Овој образец се пополнува во 3 копии и се доставува до Министерството за образование и наука како составен дел на елаборатот од завршниот извештај

**1. УЧЕСНИЦИ ВО РЕАЛИЗАЦИЈАТА НА ПРОЕКТОТ ВО ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА**

**(Име и презиме, научно, наставно-научно звање, матична институција)**

**а) Главен истражувач**

ТОДОР СЕРАФИМОВСКИ, доктор, редовен професор  
Факултет за рударство, геологија и политехника, Штип

**б) Соработници-истражувачи**

1. Блажо Боев, доктор, редовен професор
2. Тадеј Доленец, редовен професор
3. Матеј Доленец, доктор, доцент
4. Мета Добникар, доктор, доцент

**в) Соработници-млади истражувачи**

1. м-р. Горан Тасев, дипл. инж. геолог
2. м-р Настја Роган, дипл. инж. геолог
3. Добриела Рогожарева, дипл. инж. геолог

## **2. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО СОДРЖАНИ ВО ПРЕДЛОГ\*-ПРОЕКТОТ:**

Главните цели на овој предлог-проект беа:

- ❖ да се проучи распространувањето и степенот на контаминацијата со тешки елементи на земјоделските површини (Кочанско поле), консумните растенија, водите и седиментите како последица на влијанието на рударските активности и киселото рудничко излужување од рудниците Саса и Злетово, како и да се оценат концентрациите на тешките метали во споредба со основните вредности за такви средини, а се со цел да се процени интензитетот на контаминација и можното еколошко влијание.
- ❖ проучување на варијациите на тешките елементи во обработливите почви во Кочанско поле.
- ❖ откривање на разликите на концентрациите на тешките метали во седиментите по пат на методата на хемиски распад.
- ❖ испитување на механизмите кои управуваат со мобилноста и биодостапноста на тешките метали во обработливите почви.
- ❖ оценка на контаминацијата на оризот и други консумни растенија со тешките метали, а како последица на рударските активности.

## **3. ОЧЕКУВАНИ РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО СОДРЖАНИ ВО ПРЕДЛОГ-ПРОЕКТОТ:**

Во рамките на двегодишниот истражувачки период беше очекувано да се постигнат значителни резултати во одредбите на степенот на контаминацијата со тешките елементи на земјоделските површини, консумните растенија, водите и седиментите како директна последица на рударските активности и киселите руднички излужувања. Одредба на основните вредности за тешките метали и аномалните вредности, како и оценка на интензитетот на контаминацијата и еколошките влијанија.

Посебно очекуваме, како резултат на софистицираната методологија на испитување и анализирање на почвите во Кочанско поле да бидат одредени механизмите кои управуваат со мобилноста и биодостапноста на тешките метали во обработливите почви.

Исто така се очекува, како резултат на испитувањата, да се добие податок за контаминацијата на оризот и други консумни растенија со тешките метали, а како последица на рударските активности.

## **4. ОСВРТ НА ОПРАВДАНОСТА НА ИСТРАЖУВАЊЕТО ВО ПОГЛЕД НА ПОСТИГНУВАЊЕТО НА ДЕФИНИРАНИТЕ ЦЕЛИ И ОЧЕКУВАНИТЕ РЕЗУЛТАТИ СОДРЖАНИ ВО ПРЕДЛОГ-ПРОЕКТОТ:**

Имајќи ја во предвид атрактивноста на проблематиката која е предмет на проучување во овој проект, со право можеме да кажеме дека истражувањата треба да бидат повеќе од оправдани во поглед на постигнувањето на дефинираните цели и особено во поглед на резултатите кои беа очекувани и кои се постигнати со реализацијата на овој проект. Идентификацијата и дистрибуцијата на тешките елементи (а дел од нив и токсични), во почвите и растенијата во Кочанско поле претставуваа апсолутен приоритет бидејќи во рамките на оваа плодна котлина имаме строго дефинирани контаминанти во вид на тешки метали во јаловиштата на рудниците за олово и цинк Саса и Злетово.

---

\* По потреба употребете дополнителни листови за сите точки од завршниот извештај

## 5. ДЕТАЛЕН ИЗВЕШТАЈ ЗА НАУЧНОИСТРАЖУВАЧКИОТ ПРОЕКТ:

Согласно поставените цели и утврдената динамика овој научно истражувачки проект се реализираше од пролетта 2007 година до доцната есен 2008 година. Во рамките на овие две години научно-истражувачките тимови од Република Македонија и Република Словенија го следеа генералниот план и поставената динамика која особено строго се почитуваше на размената на посетите кои се одвиваа во пролетниот и есенскиот период. Организациски тоа беше така поставено, максимално да се искористат посетите за теренски работи во Македонија, а за лабораториски анализирања и интерперетација на резултатите во Словенија. Пролетните посети беа користени за опробувања на почвите, а есенските за растенијата (во прв ред оризот).

Реализацијата на проектот започнат, како што веќе рековме, во пролетта 2007 година кога главно од страна на двата истражувачки тима (Македонскиот и Словенскиот) се проучуваше основната база на податоците и подрачјето во кое се работи проектот (достигнувањата во животната средина и проблемите поврзани со здравјето, контаминацијата околу и во почвите, како и хемиско-геохемиските специфики на сите тие процеси).

Во покасна пролет 2007 година ја имавме реализацијата на првата посета од страна на колегите од Словенија (Проф. д-р Тадеј Доленц и асистентката м-р Настја Роган). Во рамките на еднеделната посета беше реализирана програма во која најнапред беа посетени јаловиштата на рудниците за олово и цинк Саса и Злетово и на лице место беа земени проби од вода и од јаловиштето и беа мерени рН вредностите на јаловината, почвите и водите. Потоа главната активност се одвиваше на опробување на почвите во Кочанско поле преку седум паралелни профили на потегот од с. Истибања до с. Крупиште. Во рамките на овие систематски опробувања на почви беа земени вкупно 76 проби и истите скратени доведени до тежина неопходна за испитувањата во лабораториски услови. Сите проби беа превземени од страна на колегите во Словенија. Еден дел беа анализирани на геолошкиот оддел на Универзитетот во Љубљана, еден дел на Институтот "Јожеф Штефан" во Љубљана, а делот кој се однесуваше на ретките земји во комерцијалната лабораторија АСМЕ во САД.

Понатамошните комуникации се одвиваа главно преку Е-маил пораки при што се подготвуваа материјалите за публикација. Од наша страна главно се обработуваше геолошкиот бекграунд и карактеристиките на контаминираниите почви во рамките на Кочанскиот грабен, проследени со топографски, геолошки и GPS подлоги. Финализацијата на текстовите заедно со добиените резултати од испитувањата беше вршена во Љубљана кога нашиот истражувачки тим предводен од Проф. д-р Тодор Серафимовски (доцна летото 2007) престојуваше во Љубљана. Во текот на есента 2007 година повторно присуствуваа колеги од Словенија предводени од м-р Настја Роган, кога заедно со Македонските колеги во кои главен координатор беше м-р Горан Тасев, вршеа опробување на оризот од Кочанското поле. Опробувањето одеше по скоро сличните профили од кои во пролетта беа земени пробите на почви. Сите земени проби на ориз беа подготвени во Република Македонија, а понатамошниот тек на анализите беше во Република Словенија и САД. Исто така, и овие резултати беа подготвени и дел од нив публикувани.

Во текот на 2008 година истражувачкиот тим направи неколку презентации на резултатите на локални, Европски и Светски симпозиуми и конгреси. Тука пред се би го споменале Европскиот Конгрес за животна средина во Италија (д-р Мета Добникар и м-р Настја Роган), Светскиот Геолошки Конгрес во Норвешка (проф. Тодор Серафимовски и м-р Настја Роган), Првиот Конгрес на геолозите на Република Македонија во Охрид (присуствуваа комплетните два истражувачки тима). Исто така, во 2008 година се направија размена на посети од двете страни, при што во Македонија се вршеше, главно, реамбулација на Кочанското поле и проверка на одредени параметри на јаловиштата Саса и Злетово, а во Словенија се продолжи со лабораториските и работите со најсовремените софтверски пакети.

## **6. РЕЗИМЕ НА ПОСТИГНАТИТЕ РЕЗУЛТАТИ ОД ИСТРАЖУВАЧКАТА РАБОТА:**

### **6.1. На македонски јазик:**

Со реализацијата на проектот комплетно се реализирани сите цели поставени со предлог-проектот. Посебно што треба да се истакне во рамките на ова кусо резиме на постигнати резултати се трите главни фронта на кои се работеше и од каде што беа добиени и резултатите: идентификација на тешките метали и елементите на ретки земји во почвите од Кочанското поле, потоа одредба на биодостапноста на тешките метали, како и утврдување на концентрацијата на тешките метали и елементите на ретки земји во оризот. Сите тие податоци се јавно презентирани и публикувани во еминентни Европски списанија. Од добиените резултати многу јасно се гледа дека и во почвите и во растенијата зголемени концентрации покажуваат Pb, Zn, Cd и Cu, кои имаат директна врска со рудниците за олово и цинк Саса и Злетово, следени од местимично зголемени содржини на Mn, As, Ni и др. Биодостапноста на одредени елементи е одредена по следниот редослед Cd, As, Pb, Zn и Cu.

### **6.2. На англиски јазик:**

With the realization of this project completely were fulfilled all the tasks set by the project-proposal. Especially, within this short resume, should be pointed out the major results in three major fields: identification of heavy metals and rare earth's elements (REE) in the soils of the Kocani Field, determination of the bioavailability of heavy metals and finally determination of heavy metals and REE concentration in the rice grains. All the data has been presented and published in distinguishing European scientific journals. From the obtained results it can be seen that in soils and plants increased concentrations have shown Pb, Zn, Cd and Cu, which has been related to the proximity of lead and zinc mines Sasa and Zletovo, followed by occasionally increased concentrations of Mn, As, Ni etc. The bioavailability has been determined by the following decreasing sequence Cd, As, Pb, Zn and Cu.

## **6.3. КЛУЧНИ ЗБОРОВИ**

### **6.3.1. На македонски јазик:**

рударско влијание, тешки метали, контаминација, почви, води, растенија, ориз, биодостапност

### **6.3.2. На англиски јазик**

mining influence, heavy metals, contamination, soils, waters, plants, rice, bioavailability

## **7. ЗНАЧАЈНИ НАУЧНИ СОЗНАНИЈА ЗДОБИЕНИ СО РЕАЛИЗАЦИЈАТА НА ПРОЕКТОТ:**

Најголем дел од научните сознанија здобиени со реализацијата на овој проект се презентирани во публикациите со импакт фактор и се достапни на пошироката критична јавност. Ние овде како особено забележителни би ги посочиле новите сознанија кои се однесуваат на карактерот на почвата во Кочанско поле од аспект на киселост, алкалност и неутралност и концентрацијата на поедините метали во поедините типови на почви како и високите концентрации на цинк кои наместа достигнуваат и преку  $67 \mu\text{g/g Zn}$  во зрното на оризот. Потоа посебно сакаме да го истакнеме податокот за биодостапноста на тешките метали, кои за прв пат на просторот на Кочанско поле е изработен моделски и кој го даде следниот редослед Cd, As, Pb, Zn и Cu. На ова секако треба да му се додат и бројните резултати кои се однесуваат за дистрибуцијата на тешките метали на еден поширок простор, почнувајќи од рудничките јаловишта на рудниците за олово и цинк Саса и Злетово па се до вливот на река Злетовица во река Брегалница во близината на с. Крупиште, каде се регистрирани и забележителни концентрации на веќе споменатите метали.

## **8. КОРИСНИЦИ НА ИСТРАЖУВАЧКИТЕ РЕЗУЛТАТИ, НАЧИНИ НА ПРЕНЕСУВАЊЕ И ПРИМЕНА НА ИСТИТЕ:**

Како корисници на резултатите од овој проект, главно, ќе бидат жителите кои ги користат обработливите површини кои гравитираат непосредно под сливните подрачја од активните рудници во Република Македонија, како и целата стручна и научна јавност во нашата држава, Европа и Светот која има допирни точки предметот и целите на истражувања на оваа проблематика. Само да го споменеме Кочанско Поле кое е најголемиот производител на оризовата култура в Македонија која е позната и на другите пазари освен на домашниот. Конечно ќе биде направена дистинкција помеѓу застапеноста на тешките метали во природните медиуми и нивната биодостапност за растителните и животинските видови, односно реалната состојба евентуалните нарушувања на еко-системите во областа од интерес. Начинот на пренесување на резултатите од реализираниот научно-истражувачки проект, од сега па натаму, ќе се врши на повеќе начини. Како прво тоа се предаданеите завршни елаборати во Министерството за наука каде се содржани сите најнови резултати од извршените истражувања. Како второ тоа се сите публикуирани трудови во домашни и странски списанија и како трето материјалите односно просидинзите од различните конгреси и советувања каде резултатите беа соопштувани во текот на изработката на проектот.

## **9. ТЕХНОЛОШКИ ИНОВАЦИИ И ПАТЕНТИ**

Како технолошка иновација ние предлагаме дека би можела да биде одредената биодостапност на тешките метали во истражуваниот простор на Кочанско поле.

## **10. МОЖНИ ЕКОНОМСКИ И КОМЕРЦИЈАЛНИ ЕФЕКТИ:**

Имајќи во предвид дека проектот се работи во доменот на заштита на животната средина според нас најголем комерцијален ефект би била можноста за деконтаминирање на почвата контаминирана со тешки метали, на кои подоцна би се произведувала чиста и здрава храна, која пак од своја страна ќе ги дава комерцијалните ефекти. Исто така, овде сакаме да потенцираме дека утврдените концентрации на цинк во Кочанскиот ориз понекогаш имаат многу значајно влијание врз комерцијалните ефекти бидејќи со погодена концентрација на цинкот во белиот крупнозрн ориз се постигнува посебно висока цена на Светските берзи за ориз.

## 11. МЕЃУНАРОДНА СОРАБОТКА ОСТВАРЕНА ПРИ РЕАЛИЗАЦИЈА НА ПРОЕКТОТ ВО ИЗВЕШТАЈНИОТ ПЕРИОД

Меѓународниот карактер на проектот се потврдува со тесната соработка на Факултетот за рударство, геологија и политехника во Штип (денес: Факултет за природни и технички науки) со Наравнословно-техничкиот факултет при Универзитетот во Љубљана, Р. Словенија. Исто така, со реализацијата на проектот се остварени и контакти и соработки и со Универзитетот во Падова-Италија и комерцијалната централна лабораторија АСМЕ во САД.

## 12. ОБЈАВЕНИ РЕЗУЛТАТИ КОИ ПРОИЗЛЕГУВААТ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО \*

**а) Оригинални научни трудови објавени во списанија во:**

земјата: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

странство: \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_

**б) Монографски публикации во:**

земјата: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

странство: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**в) Трудови презентирани на научни собири во:**

земјата: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

странство: \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

## 13. МАГИСТЕРСКИ, ДОКТОРСКИ СТУДИИ, СПЕЦИЈАЛИЗАЦИИ, УСОВРШУВАЊА, СТУДИСКИ ПРЕСТОИ И КОРИСТЕЊЕ НА ЕКСПЕРТИ ВО ТЕКОТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО ВО ИЗВЕШТАЈНАТА ГОДИНА

Со реализација на проектот е завршена докторската дисертација на м-р Настја Роган при Наравнословно-техничкиот факултет при Универзитетот во Љубљана, Р. Словенија, која комплетно се работеше на проблемите оризот во Кочанско поле. Научен престој на факултетот и институтите во Љубљана оствари и нашиот докторант м-р Горан Тасев. Студиски престои во Љубљана на неколку наврати оствари проф. д-р Тодор Серафимовски и другите членови на истражувачкиот тим.

---

\* Во прилог на точките 12 и 13 да се достави список



**а) Оригинални научни трудови објавени во списанија во:**

земјата: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

Serafimovski, T., Dolenec, T., Tasev, G., Dolenec, M. and Rogan, N., 2007. Acid mine drainage systems and metal pollution around the active polymetallic mines in the Eastern Macedonia. *Geologica Macedonica*, Stip. Volume 21, pp. 69-73.

странство: \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_

Dolenec, T., Serafimovski, T., Tasev, G., Dobnikar, M., Dolenec, M. and Rogan, N., 2007. Major and trace elements in paddy soil contaminated by Pb–Zn mining: a case study of Kocani Field, Macedonia. *Environ Geochem Health* (2007) 29, pp. 21-32

Rogan, N., Dolenec, T., Serafimovski, T., Jacimovic, R. and Dolenec, M., 2007. Major and trace elements in rice seeds from Kočani field, Macedonia. *Acta chim. slov.* [Tiskana izd.], 2007, vol. 54, no. 3, str. 623-634. (IF: 1.093)

Rogan, N., Serafimovski, T., Tasev, G., Dolenec, M., Dobnikar, M. and Dolenec, T., 2008. Heavy metal contamination of paddy soils and rice (*Oryza sativa* L.) from Kočani field (Macedonia). *Environ. geochem. health*, 2008.

Rogan, N., Dolenec, T., Serafimovski, T., Tasev, G. and Dolenec, M., 2008. Determination of heavy metals in paddy soils (Kočani Field, Macedonia) by a sequential extraction procedure. *RMZ-Materials and Geoenvironment*, Vol. 55, No. 4, pp. 444–455

**б) Монографски публикации во:**

земјата: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

странство: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**в) Трудови презентирани на научни собири во:**

земјата: \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

Rogan, N., Dolenec, T., Serafimovski, T. and Tasev, G., 2008. Distribution of heavy metals in paddy soils from the Kočani field (Macedonia) by a sequential leaching procedure. Eds:Boev, B., Serafimovski, T. *Zbornik na trudovi: Prv kongres na geolozite na Republika Makedonija*, Ohrid, str. 503-510.

странство: \_\_\_\_\_ 3 \_\_\_\_\_

Rogan, N., Serafimovski, T., Dolenec, M. and Dolenec, T., 2007. Heavy-metal contamination of the paddy soils and rice (*Oryza sativa* L.) from Kočani field (Macedonia). V: HORVAT, Aleksander (ur.). *18. posvetovanje slovenskih geologov*, (Geološki zbornik, 19). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 2007, str. 91-92.

Serafimovski, T. and Alderton, H. M. D., 2008. Mining related As-Sb pollution in Macedonia. 33<sup>rd</sup> International Geological Congress, Oslo, Norway, Proceedings.

Rogan, N., Serafimovski, T., Tasev, G., Dolenec, M., Dobnikar, M. and Dolenec, T., 2008. Heavy-metal contamination of the paddy soils and rice (*Oryza Sativa* L.): A case of study of Kočani field (Eastern Macedonia). 33<sup>rd</sup> International Geological Congress, Oslo, Norway, Proceedings.

**14. ИСТРАЖУВАЧКА ОПРЕМА НАБАВЕНА ВО ТЕКОТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО:**

(Вид, марка, година на производство, намена, цена на чинење)

/

**15. РЕКАПИТУЛАЦИЈА НА ПОТРОШЕНИ СРЕДСТВА ЗА РЕАЛИЗАЦИЈА НА ПРОЕКТОТ: (во намени и извори на средства)**

|   |                          |
|---|--------------------------|
| <b>а) Надомест за истражувачи - пензионери</b>              | <u>/</u>                 |
| <b>б) Непосредни материјални трошоци:</b>                   |                          |
| Потрошена енергија, материјали и сировини:                  | <u>30.000.00</u>         |
| Патувања во земјата:  | <u>105.000.00</u>        |
| Патувања во странство:                                      | <u>120.000.00</u>        |
| Дневници, теренски додатоци и други надоместоци:            | <u>30.000.00</u>         |
| Ангажирање на експерти:                                     | <u>160.000.00</u>        |
| Производни и непроизводни услуги (информатички, ПТТ и сл.): | <u>20.000.00</u>         |
| Одржување на научноистражувачка опрема:                     | <u>45.000.00</u>         |
| Набавка на научноистражувачка литература:                   | <u>40.000.00</u>         |
| Други трошоци:  | <u>50.000.00</u>         |
| <b>В к у п н о :</b>  | <u><b>600.000.00</b></u> |
| <b>в) Извори на средства:</b>                               |                          |
| Сопствено учество:  | <u>/</u>                 |
| Учество на други институции:                                | <u>/</u>                 |
| Учество на меѓународни институции:                          | <u>/</u>                 |
| Учество на Министерството за образование и наука:           | <u>600.000.00</u>        |
| <b>В к у п н о :</b>  | <u><b>600.000.00</b></u> |

## **16. ПОВАЖНИ ЗАКЛУЧУВАЊА И НАСОКИ ЗА ПОНАТАМОШНИ ИСТРАЖУВАЊА КОИ ПРОИЗЛЕГУВААТ ОД НАУЧНО-ИСТРАЖУВАЧКИТЕ РЕЗУЛТАТИ:**

Меѓу најзначајните заклучоци кои можат да се извлечат по реализацијата на овој проект е дека и водите од реката Брегалница и почвите од Кочанско поле и растенијата (во прв ред оризот) се контаминирани со основните метали кои потекнуваат од рудниците за олово и цинк Саса и Злетово. Биодостапноста јасно зборува дека контаминацијата го има зафатено и третиот почвен слој во рамките на Кочанското поле. Испитувањата на елементите од групата на ретките земји укажуваат дека контаминентите ги имаат зафатено сите сфери на испитуваното подрачје.

Ние предлагаме да се постави мониторинг на мерење на карактерот на почвите (pH и Eh) на неколку критични места во Кочанската котлина. Да се постават мониторинзи на проточните и особено бунарските води помеѓу селата Истибање и Крупиште. Да се анализираат скоро сите растителни видови кои се застапени во Кочанската котлина и кои се влегуваат во ланецот на исхраната од аспект на присуството на тешките и токсични метали во нив.

## **17. ВЕРИФИКАЦИЈА НА ЗАВРШНИОТ ИЗВЕШТАЈ:**

- Одлука на научниот, наставно- научниот, стручниот орган за прифаќање на завршниот извештај (во прилог да се достави Одлуката):

бр. \_\_\_\_\_

од \_\_\_\_\_ година

Потпис на главниот истражувач:

\_\_\_\_\_

Потпис на одговорното лице на институцијата:

\_\_\_\_\_

Датум и печат:

\_\_\_\_\_